



# ANALISIS INJECTION CAPACITY PADA WELL INJECTION SUMUR KWG-XY PT. PERTAMINA EP CEPU FIELD LAPANGAN DISTRIK I KAWENGAN

Syifa S. Tehupelasury<sup>1\*</sup>, Erdila Indriani<sup>2</sup>, Kris Waas<sup>1</sup>, Simon B. R. Sinaga<sup>1</sup>, Dhany Firmansyah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin/Teknik Produksi Migas, Politeknik Negeri Ambon, Jl. Ir. M. Putuhena, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku, Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Produksi Migas, Politeknik Energi dan mIneral Akamigas, Jl. Gajah Mada 38, Cepu, Jawa Tengah, Indonesia

<sup>3</sup>PT. Pertamina EP Cepu Reg.1 Jl. Gajah Mada, Blora Jawa Tengah, Indonesia

\*E-mail: tehupelasurysyifa27@gmail.com

## ABSTRAK

Lapangan Kawengan adalah lapangan minyak tua yang memiliki 156 sumur, diantaranya 38 sumur yang masih aktif memproduksi sejak tahun 1927 dengan *water cut* sebesar 94,8% meningkat dari waktu ke waktu, dan terdapat beberapa sumur injeksi yang berfungsi sebagai *pressure maintenance* dan *disposal well*. Peningkatan produksi air dan nilai *water cut* yang cukup besar, merupakan parameter penting dalam melakukan kegiatan injeksi air, seta mengetahui tingkat keberhasilan dari kegiatan injeksi air pada sumur produksi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui *injection capacity* pada *injection well* (KWG-XY) yang dievaluasi menggunakan *software* “P” untuk simulasi perminyakan, serta dampak yang ditimbulkan pada sumur produksi (KWG-XX) yang dievaluasi menggunakan *software* “M”. Berdasarkan data monitoring injeksi sumur KWG-XY, injeksi pertama dilakukan dengan *injection rate* sebesar 1.732 BWPD. Diperoleh rekomendasi *injection capacity* sebesar 2.328 BWPD dari hasil simulasi *software* “P” dan 2.753 dari *software* “M”. Injeksi aktual yang dilakukan PT PERTAMINA tidak jauh berbeda dari nilai kumulatif injeksi yang diperoleh berdasarkan simulasi *software* “M” dengan presentasi perbedaan nilai kumulatif injeksi sebesar 0,83%. Kegiatan *water injection* pada sumur KWG-XY memiliki efek sebagai *pressure maintenance* terhadap sumur produksi KWG-XX.

**Kata kunci:** *produced water, injection well, injection capacity*

## ABSTRACT

*Kawengan field is an old oil field that has 156 wells, including 38 wells that have still actively producing since 1927 with a water cut of 94.8% increasing over time, and several injection wells function as pressure maintenance and disposal wells. Increased water production and a large water cut value are important parameters in conducting water injection activities, as well as knowing the success rate of water injection activities in production wells. This study was conducted to determine the injection capacity of the injection well (KWG-XY) evaluated using “P” software for petroleum simulation, as well as the impact on the production well (KWG-XX) evaluated using “M” software. Based on the injection monitoring data of the KWG-XY well, the first injection was carried out with an injection rate of 1,732 BWPD. The recommended injection capacity is 2,328 BWPD from the simulation results of software “P” and 2,753 from software “M”. The actual injection carried out by PT PERTAMINA is not much different from the cumulative injection value obtained based on the “M” software simulation with a presentation of the difference in cumulative injection value of 0.83%. Water injection activities at the KWG-XY well have an effect as pressure maintenance on the KWG-XX production.*

**Keywords:** *produced water, injection well, injection capacity*

## 1. PENDAHULUAN

Selama produksi minyak dan gas, terdapat komponen air yang ikut terproduksi atau sering disebut sebagai air produksi (*produced water*). Air terproduksi yang dihasilkan, dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti, kegiatan injeksi untuk meningkatkan *recovery factor* atau tingkat produksi dari sumur produksi, menjaga atau mempertahankan tekanan reservoir atau biasa dikenal dengan *pressure maintenance*. Air terproduksi di Lapangan Kawengan secara rutin diinjeksikan kembali ke formasi produksi atau disposal sebagai bagian dari operasi yang sedang berlangsung.

PT. PERTAMINA EP menerapkan *zero water discharge*, dengan tujuan sebagai *pressure maintenance* serta mencegah pencemaran terhadap lingkungan, dimana 0% *produced water* tidak dibuang ke lingkungan tetapi diinjeksikan kembali ke dalam sumur. Metode pengolahan limbah cair ini adalah metode injeksi melalui *disposal well*. *Disposal well* digunakan untuk menginjeksikan air yang diproduksi dengan minyak dan gas dalam sumur untuk tujuan membuang fluida secara aman dan efisien [1].

Lapangan KWG adalah lapangan minyak tua yang memiliki 156 sumur, diantaranya 38 sumur yang masih aktif memproduksi sejak tahun 1927 dengan *water cut* sebesar 94,8% meningkat dari waktu ke waktu. Produksi air dan nilai *water cut* yang cukup besar, penting mengetahui kapasitas suatu sumur dalam melakukan injeksi. Penentuan produktivitas suatu sumur penting dilakukan karena merupakan langkah terbaik yang dipilih sebelum melakukan kegiatan *production* atau *injection* [2].

Penelitian tentang kapasitas injeksi umumnya menggunakan perbandingan antara data aktual dan pemodelan pada *software*. Perbandingan menunjukkan bahwa hasil perhitungan data sumur manual dan simulasi *software* tidak jauh berbeda. Perhitungan kapasitas injeksi dengan menggunakan *software* di-

anggap berhasil jika simulasi dan kondisi aktual tidak lebih dari 20% [3]. Adapun penulisan ini menggunakan *software* “P” yang terintegrasi dengan “M” untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal, serta diketahui pengaruh injeksi air terhadap sumur produksi yang terhubung. Dimana *software* “P” digunakan untuk memprediksi *injection rate* sumur, serta mengetahui *injection performance*. Kemudian dihubungkan dengan *software* “M” untuk mengetahui pengaruh sumur injeksi terhadap sumur produksi. Metode *material balance* dapat digunakan untuk memperkirakan tekanan dan produksi kumulatif di masa depan [4].

## 2. METODE

Untuk mengetahui kapasitas injeksi sumur KWG-XY dilakukan dengan menentukan nilai laju injeksi maksimum yang pernah dicapai sumur tersebut. *Software* “P” digunakan untuk membandingkan nilai yang diperoleh dari analisis dengan hasil simulasi pada *software*. Penelitian menggunakan metode penelitian analisis data dan membuat model simulasi pada *software* “P” untuk mengetahui kapasitas injeksi, kemudian dihubungkan dengan *software* “M” untuk mengetahui pengaruh sumur injeksi KWG-XY terhadap sumur produksi KWG-XX.

Data yang diperoleh dari perusahaan dianalisis dan diolah untuk menjawab rumusan masalah. Data yang berkaitan dengan topik penelitian ini, yaitu data sumur injeksi dan *injection pressure*. Data yang berhubungan dengan *software* “P” diperoleh dari analisis data ID dan OD *Tubing* (inch), *Water Salinity* (ppm), *Reservoir Pressure* (psig), *Temperature* (F), *Layer Thickness* (ft), *permeability* (mD), *Drainage Area* (acre), *Dietz shape factor*, *Wellbore Radius* (ft). Kemudian data yang berhubungan dengan *software* “M” yaitu *Injected rate* (STB/day), *Oil Density* (lb/ft), *Oil Viscosity* (cp), *Oil FVF* (RB/STB), *Water Density* (lb/ft), *Water Viscosity* (cp), *Water*

*FVF (RB/STB)*, *Reservoir Length (ft)*, *Reservoir Width (ft)*, *Reservoir Height (ft)*, *Oil/Water Contact (ft)*, *Connate Water (fraction)*.

Pengolahan data dengan menghitung *injectivity rate* tanpa *software* dan menggunakan *software*, dan membuat kurva *Injectivity Index* untuk membandingkan analisis lapangan dengan prediksi menggunakan *software* “P”. Kemudian hasil dari *software* “P” dihubungkan dengan *software* “M” untuk mengetahui pengaruh kegiatan injeksi air terhadap sumur produksi.

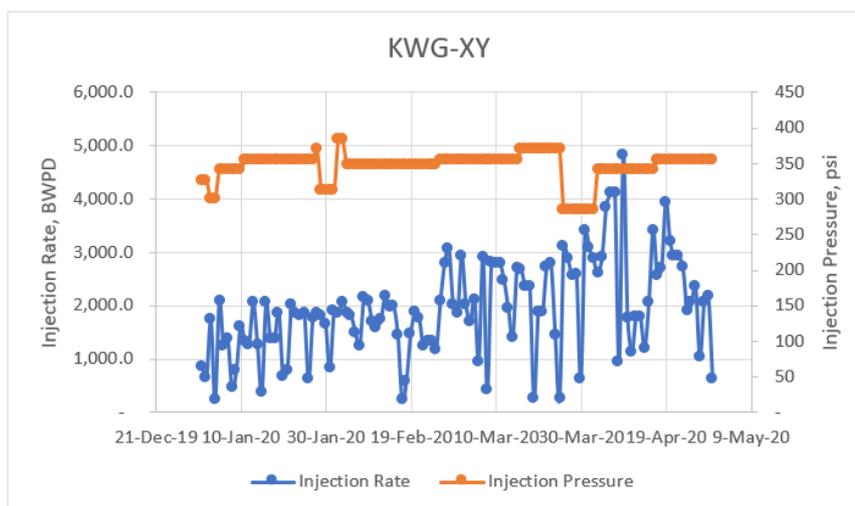
### 3. PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa terhadap sumur injeksi untuk mengetahui kapasitas *injection rate* yang diinputkan ke

dalam simulasi *software* “P”. Setelah itu, dilakukan analisa terhadap metode injeksi pada sumur injeksi KWG-XY terhadap sumur produksi KWG-XZ berdasarkan data simulasi. Simulasi dilakukan dengan memakai *software* tersebut, kemudian dihubungkan dengan *software* “M”. Tahapan pertama dalam analisa adalah mengumpulkan data sumur injeksi KWG-XY dan sumur produksi KWG-XZ.

#### A. Analisa Sumur Injeksi KWG-XY

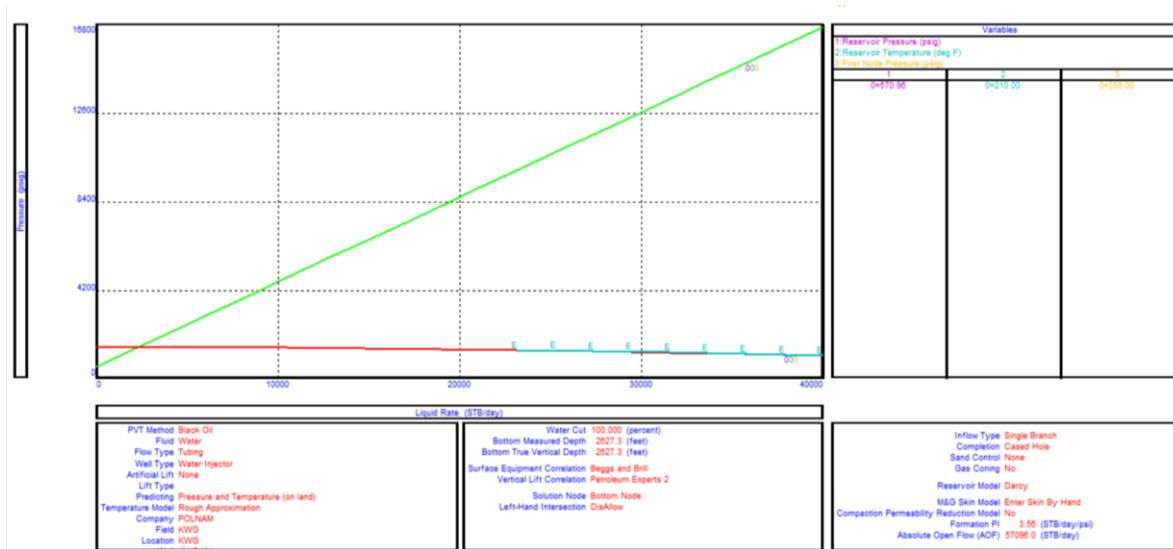
Sumur KWG-XY merupakan sumur injeksi yang telah beroperasi sejak 30 Agustus 2018 hingga saat ini. Sumur KWG-XY memiliki kedalaman 2627,28 ft. Adapun berdasarkan data lapangan, diperoleh *grafik injection rate* dan *injection pressure* periode 1 Januari 2020 sampai 30 April 2020 sesuai Gambar 1.



**Gambar 1. Grafik Rate Vs Pressure Sumur Injeksi KWG-XY**

Pada grafik (Gambar 1) terlihat injeksi dengan *rate* paling tinggi pada tanggal 9 April 2020 sebesar 4.812,5 BWP dengan *pressure* 341 psig. Penurunan injeksi yang terjadi dari 20 April 2020 dengan *rate* 2.170,8 BWP dan *pressure* 355 psig turun ke 599 BWP di tanggal 30 April 2020 dengan *pressure* 355 psig. Penurunan *injection rate* pada grafik di atas, merupakan hal yang perlu dianalisa

menggunakan *software* “P”. Banyaknya air yang diinjeksikan akan mempengaruhi tingkat produktivitas dari sumur produksi, dalam hal ini diidentifikasi sumur injeksi memiliki hubungan/konektivitas terhadap sumur produksi. Sehingga diperoleh hasil perhitungan dan grafik *injectivity index* dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Grafik *Injectivity Index* Sumur Injeksi KWG-XY**

**B. Analisa Pengaruh Sumur Injeksi KWG-XY Terhadap Sumur Produksi KWG-XZ**

Penelitian ini menggunakan simulasi (Data Simulasi) dengan *software* “M” untuk mengetahui kumulatif laju alir injeksi dari sumur injeksi KWG-XY terhadap tingkat produksi *crude oil* dari sumur KWG-XZ. Adapun tahapan simulasi adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan model simulasi untuk sumur injeksi dengan menggunakan ID Model pada *software* “M”.
2. Melakukan pengisian data *reservoir and fluids parameter* : *injected rate, oil density, oil viscosity, oil FVF, water density,*

*water viscosity, water FVF, reservoir length, reservoir width, reservoir height, oil/water contact, permeability, porosity, connate water, cut-off water cut, dan number of cells.*

3. Melakukan simulasi sumur injeksi KWG-XY untuk mengetahui *variable initial injection rate* pada tanggal 30 Agustus 2018 Berdasarkan hasil simulasi *software* “P”, “M”, dan data monitoring injeksi sumur KWG-XY diperoleh hasil seperti Tabel 1 berikut.

**Tabel 1. Data Monitoring Lapangan dan Hasil Simulasi *Software* “M”**

Parameter	<i>Software</i> “P”	<i>Software</i> “M”	Data Monitoring
<i>Initial Injection Rate, STB</i>	2.328	2.753	1.731
Kumulatif <i>Injection Rate</i> (30 April 2020), MSTB/day	1.057	1.048,2	

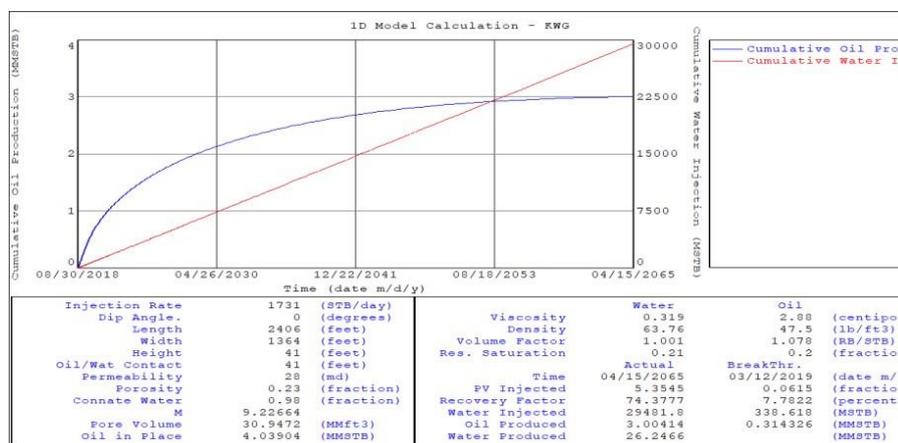
Hasil simulasi *software* “M” menunjukkan kumulatif *injection rate* sebesar 1.057 MSTB/day dengan rekomendasi *initial injection rate* 2.753 STB. Sedangkan hasil kumulatif *injection rate* berdasarkan data monitoring pertanggal 30 April 2020 menunjukkan nilai sebesar 1.048,2 MSTB/day dengan *initial injection rate* aktual sebesar 1.731 STB.

Kita dapat melihat bahwa laju alir injeksi yang dilakukan PT. Pertamina EP Cepu Field Lapangan Distrik I Kawengan pada sumur KWG-XY masih berada dibawah nilai rekomendasi injeksi yang direkomendasikan oleh simulasi *software* “M”, dan hal ini menunjukkan bahwa kapasitas injeksi pada sumur KWG-XY masih dapat dioptimumkan.

### C. Hasil Analisa Pengaruh Sumur Injeksi KWG-XY Terhadap Sumur Produksi KWG-XX

Setelah melakukan analisa menggunakan *software* “P” dan “M” (menggunakan pendekatan data simulasi) terhadap data monitoring sumur injeksi yang diperoleh dari lapangan, diperoleh hasil bahwa laju alir injeksi yang dilakukan oleh PT. Pertamina EP Cepu Field Lapangan Distrik I Kawengan masih berada di bawah rekomendasi nilai injeksi yang diperoleh dari *software* “P” dan “M”. Selain itu, berdasarkan kumulatif *water injection*

yang diperoleh dari simulasi menggunakan *software* “M”, nilai kumulatif dari *water injection* sebesar 1.057 MSTB. Sedangkan berdasarkan kondisi aktual dari data monitoring *well injection*, nilai kumulatif dari *water injection* sebesar 1.048,2 MSTB. Hal ini membuktikan persentase selisih antara hasil simulasi dan kondisi aktual adalah sebesar 0,83%. Berdasarkan hasil simulasi, kegiatan injeksi yang dilakukan untuk *pressure maintenance* dari sumur produksi KWG-XZ, mampu membantu produksi sesuai dengan Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Hasil Simulasi Pengaruh *Water Injection* Terhadap Sumur Produksi

Gambar 3 menjelaskan bahwa sumur KWG-XZ (*production well*) memiliki nilai *Oil Produced* pada tanggal 15 April 2065 sebesar 3,00414 MMSTB dengan kumulatif laju alir injeksi air sebesar 29.481,8 MSTB. Apabila tidak dilakukan kegiatan injeksi air dari sumur KWG-XY, tingkat produktifitas sumur produksi KWG-XZ akan lebih rendah dari nilai produksi yang dihasilkan dari simulasi *software* “M”. Kegiatan *water injection* yang sifatnya *continuous*, akan membantu *pressure maintenance* dan tetap akan meningkatkan tingkat produktifitas sumur.

*Pressure maintenance* biasanya dilakukan ketika energi pendorong reservoir masih cukup besar untuk memungkinkan minyak mengalir ke permukaan dan laju produksi masih tinggi. Hal ini dilakukan untuk menjaga tekanan reservoir sebagai tenaga pendorong tetap pada kondisi yang tinggi. Cara menginjeksikan air ke dalam reservoir untuk

mengisi pori-pori batuan reservoir dan kemudian mendorong minyak yang tersisa di pori-pori batuan reservoir agar produksi dapat ditingkatkan [5]. Proses mengontrol tekanan reservoir pada kondisi stabil dan tinggi dapat terjadi ketika laju air masuk dari akuifer seimbang dengan laju injeksi air dan pengosongan reservoir. Keadaan ini akan membuat penurunan laju produksi menjadi lebih lambat dan akan meningkatkan perolehan minyak [6]. Perpotongan antara kurva *Cumulative Oil production* dan kurva *Cumulative Water Injection* menunjukkan waktu maksimal pengaruh dari kegiatan *water injection* terhadap sumur produksi KWG-XZ.

### D. Hasil Evaluasi Beberapa *Injection Rate*

Setelah menganalisa pengaruh dari sumur produksi terhadap sumur injeksi, dilakukan analisa evaluasi dengan menggunakan beberapa *injection rate*. Dari analisa tersebut

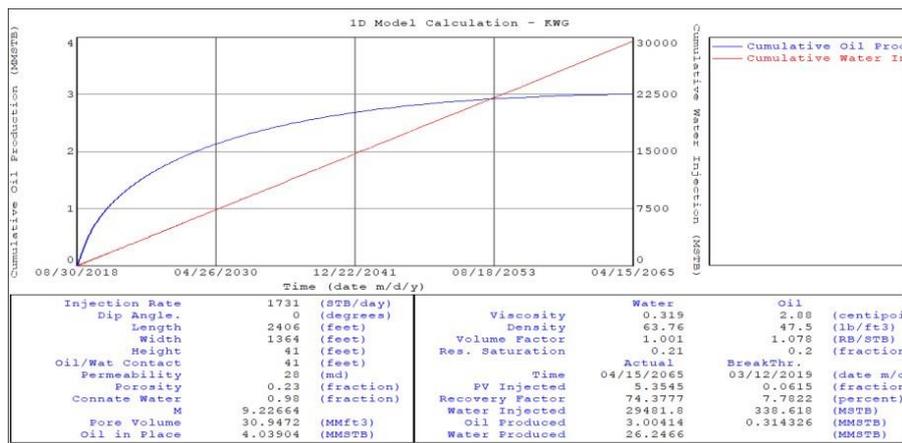
didapatkan, laju alir injeksi sebesar 1.887 STB dengan *cumulative water injection* 1.101 MSTB dan *cummulative oil production* sebesar 0.8191 MMSTB.

Terlihat pada Gambar 4 dan Tabel 2, sumur dengan laju injeksi 1.887 STB memiliki pengaruh kepada sumur produksi berdasarkan

prediksi *software* dengan waktu maksimal 17 Mei 2050. Begitu pula sama halnya dengan *injection rate* sebesar 2.145 STB, 2.186 STB, 2.215 STB, dan 2.666 STB. Semakin besar *injection ratenya* maka semakin besar pula *cummulative water injection* dan *cummulative oil productionnya*.

**Tabel 2. Data Monitoring Lapangan dan Hasil Simulasi Software “M”**

<i>Injection Rate (STB)</i>	<i>Cummulative Water Injection (MSTB)</i>	<i>Cummulative Oil Production (MMSTB)</i>
1.887	1.101	0.8191
2.145	1.283	0.8801
2.186	1.330	0.8998
2.215	1.330	0.8998
2.666	1.591	1.0029



**Gambar 4. Grafik Pengaruh Water Injection Terhadap Sumur Produksi Dengan Rate Injection Sebesar 1.887 STB**

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang analisis *injection capacity* pada *well injection* sumur KWG-XY PT. Pertamina EP Cepu Field Lapangan Distrik I Kawangan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil analisis *injection capacity* diperoleh dengan menggunakan perhitungan manual dan hasil simulai *software* “P”. Berdasarkan hasil perhitungan manual diperoleh nilai *injectivity index* sebesar 3.56 STB/day/psi dan dari *software* “P” sebesar 3.56 STB/day/psi.

Berdasarkan data monitoring injeksi Sumur KWG-XY, injeksi pertama dilakukan pada tanggal 30 Agustus 2018 dengan *injection rate* sebesar 1.732 BWPD. Data *injection rate* tersebut menjadi variabel yang digunakan untuk simulasi *software* “P” dan “M”, dimana diperoleh rekomendasi *injection capacity* sebesar 2.328 BWPD dari *software* “P” dan 2.753 dari *software* “M”.

Setelah dilakukan simulasi lanjutan menggunakan *software* “M” maka diperoleh hasil kumulatif *injection rate* pada tanggal 30 April 2020 sebesar 1.057 MSTB, sedangkan

berdasarkan data monitoring (injeksi aktual) kumulatif dari laju injeksi air pada tanggal 30 April 2020 sebesar 1.048,2 MSTB. Hal ini menunjukkan bahwa injeksi aktual yang dilakukan PT PERTAMINA tidak jauh berbeda dari nilai kumulatif injeksi yang diperoleh berdasarkan simulasi software “M” dengan presentasi perbedaan nilai kumulatif injeksi sebesar 0.83%. Kegiatan *water injection* pada sumur KWG-XY memberikan efek *pressure maintenance* untuk sumur produksi KWG-XZ.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada seluruh pihak yang memberikan bantuan kepada penulis namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Terima kasih atas bantuannya, semangat, dan do'a baik yang diberikan kepada penulis selama ini.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Railroad Commission of Texas, Injection & Disposal Well, 2015.
- [2] Newgord, C., Mediani, M., Ouenes, A., & Conor, P. O. Predicting Middle Bakken Well Performance with Shale Capacity Bakken Background and Available Data. Spe-175055-Ms, September, 28–30. 2015.
- [3] E. S. Yulianto. (2020). Analisis Injection Capacity Pada Water Disposal Injection Dengan Menggunakan PROSPER Simulation Pada Lapangan “ESY”.
- [4] Ahmed, T and McKinney, P. D. (2005). Advance Reservoir Engineering. Elsevier.
- [5] R. Alida & O. Juliansyah. (2016). Analisa Kinerja Injeksi Air Dengan Metode Voidage Replacement Ratio Di PT. Pertamina EP Asset 1 Field Ramba.
- [6] D. Kristanto & A. P. Santoso. (2015). Evaluasi Penggunaan Injeksi Air Untuk Pressure Maintenance Pada Reservoir Lapangan Minyak.

